



Projekts „Klimata ietekmes, pielāgošanos klimata pārmaiņām un pielāgošanās iespēju sociāli ekonomisko vērtību novērtējums daudzdzīvokļu kvartālos Rīgā un Latvijā” („Rīgas daudzdzīvokļu namu mikrorajonu ilgtspējīga attīstība”)

CO, CO₂ un O₃ mērījumu rezultātu apkopojums

**Sagatavoja:
Rīgas Stradiņa universitāte,
Darba drošības un vides veselības institūts**

Rīgā, 2016

Saturs

IEVADS.....	3
Ietekme uz vidi	4
Ietekme uz veselību.....	6
Ķīmisko vielu un putekļu daļiņu mērīšana un novērtēšana	9
Ķīmiskā (CO, CO ₂ un O ₃) piesārņojuma mērījumu rezultātu apkopojums	10
LITERATŪRAS SARAKSTS.....	14

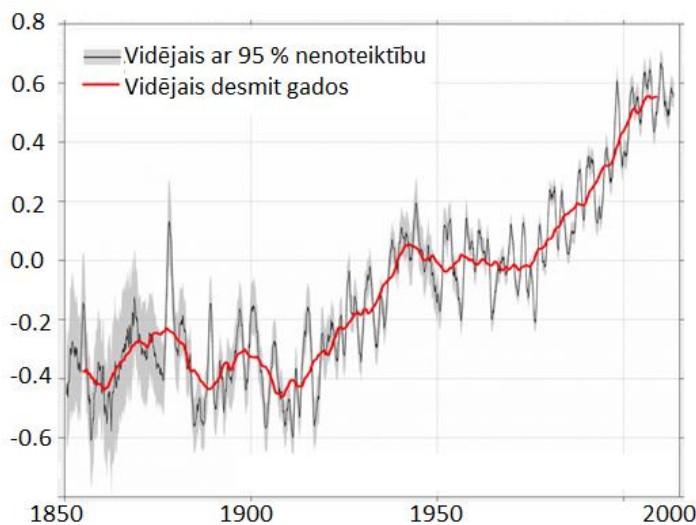
IEVADS

Cilvēku skaits kopumā uz planētas nepārtraukti pieaug, kas nozīmē, ka arī lielpilsētu iedzīvotāju skaits turpina pieaugt un palielinās slodze uz visim pilsētvides procesiem. Pastāvīgs pieprasījums pēc dzīvesvietas, kā arī dzīves apstākļu uzlabojumu un stabilitātes liek nepārtraukti pilsētai augt, tā rezultātā pilsētas pāraug par lielpilsētām un pasaulē lielpilsētas pat saplūst kopā, kas viennozīmīgi izmaina ierastos klimata dabiskos procesus. Lielpilsētās un to apkārtnē izmainās gaisa kvalitāte un veidojas piesārņojumi un pilsētvides piesārņojums atstāj ietekmi uz apkārtējo vidi un iedzīvotāju veselību un ikdienas dzīvi.

Zinātniskie pētījumi un novērojumi pierāda, ka vidējais zemes temperatūras rādītājs uz planētas pieaug. Un ierastais laikapstākļu modelis mainās cilvēku aktivitātes rezultātā. Neveicot adaptāciju klimata izmaiņām Eiropā vien tas var izmaksāt ne tikai miljardiem eiro infrastruktūras atjaunošanā no upju plūdiem, jūras līmeņa celšanos, no meža ugunsgrēkiem un citām katastrofām, bet arī prasīt lielu skaitu cilvēku dzīvības [1-2].

Ietekme uz vidi

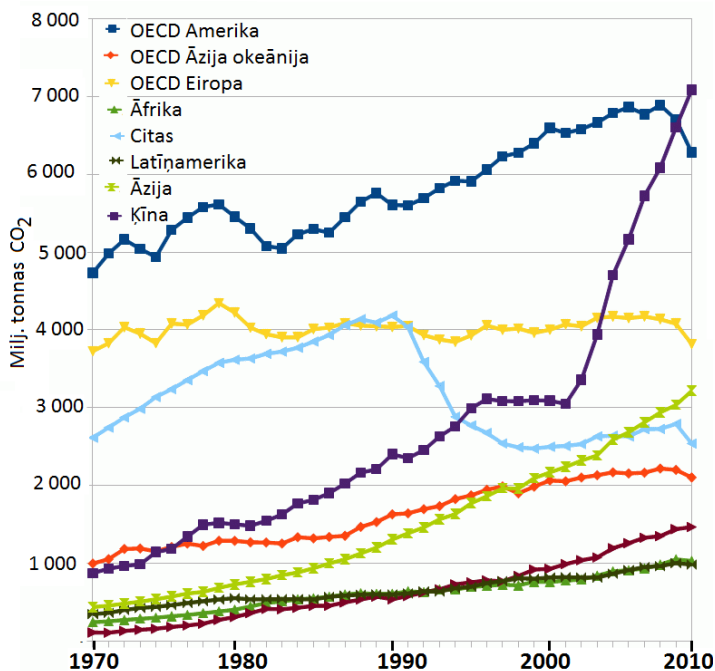
Ietekmi uz mūsu dzīves kvalitāti, izmainoties apkārtējai videi, noteiks tas, cik labi mēs spēsim samazināt atkritumu un izmešu daudzumus un adaptēties un pielāgoties enerģētiski efektīvākam un tīrākam enerģijas patērišanas procesam. Kā arī tas, cik veiksmīgi mēs samazināsim izmešu daudzumu (CO un CO_2) nonākšanu atmosfērā, lai samazinātu zemes virsmas vidējo temperatūru, kas pedējo simts gadu laikā ir ar vidējo temperatūru izmainījies par 1°C , kas priekš vidējās temperatūras ir izteikti daudz, kā radzems 1. attēlā. Kā arī temperatūras kāpums ir patstāvīgs.



1. Att. Zemes virsmas temperatūra no 1850 gada līdz 2000 gadam[1]

Arī CO_2 izmešiem noteikti jāpārstāj pieaugt un jāsāk samazināties. Adaptācija apkārtējās vides izmaiņai var būt dažāda, kā sākot ar informācijas kampaņām par notiekošajiem vides procesiem un to izmaiņām, gan kā pilsētvides apzaļumošana un izcirsto mežu atjaunošana līdz pat ēku nojaukšanai, lai tās neatrastos aplūstošajos rajonos un pilsētvides pārbūve, lai veidotu dabiskākus vides procesus. Samazinot CO_2 līmeņu daudzumu nonākšanu gaisā, mēs varam samazināt vides izmaiņu ietekmi uz cilvēka dzīves apstākļiem. Lielākais izaicinājums, lai samazinātu siltumnīcas efekta gāzes (CO_2) nonākšanu atmosfērā, ir tajā, ka CO_2 rodas gan tieši, gan arī netieši gandrīz no pilnīgi visa veida cilvēka darbības. Galvenā atšķirība ir no saražotā CO_2 saražotā apjoma, kā arī fakta, ka valstis iedalās attīstītajā un attīstības klasēs. Kopš

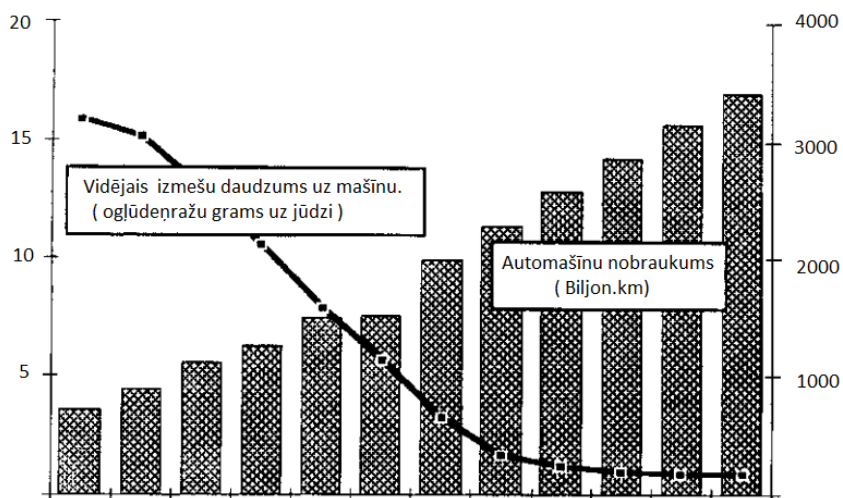
industriālās revolūcijas ogļskābās gāzes patēriņš ir tikai pieaudzis, piemēram, pirmais izteiktais CO₂ pieaugums par 50 ppm bija novērojams industrializācijas pirmajos 200 gados, bet savukārt nākamais pieaugums par 50 ppm bija jau novērojams no 1973 līdz 2006 gadam [3].



2. Att. Ogļskābās gāzes izmešu daudzums no iekšdedzes dzinējiem 1970 -2010 gadam [4]

Pamatojoties uz 2004 gada datiem, uz vienu iedzīvotāju siltumnīcas efekta gāzes izmešu daudzums (tCO₂ vienai personai, gadā): Luksemburga (34,7), ASV (22,0), Singapūra (20,2), Austrālija (16,7), un Kanāda (16,6) [5]. Ozons ir sastopams divos atmosfēras slāņos: stratosfērā (ozona slānis) troposfērā (piezemes ozons), ja stratosfēras ozons mūs pasargā no UV starojuma negatīvās ietekmes, tad turpretim troposfēras ozons tiek veidots no NO_x un viegli gaistošajiem organiskiem savienojumiem. Troposfēras ozons veido izteiktu siltumnīcas gāzes efektu un neļauj siltumam izdalīties vienmērīgi apkārtējā gaisā, kā rezultātā pilsētvidē palielinās temperatūra. Samazinot ogļūdeņraža daudzumu un kontrolējot slāpekļa dioksīda nonākšanu atmosfērā varam arī kontrolēt ozona nonākšanas daudzumu troposfērā. Vienīgais veids, kā nodrošināt veselīgu gaisu, ir būtiski samazināt mūsu automobiļu izmantošanu vai pāriet uz degvielu, kas pēc būtības ir tīrāka nekā parastais benzīns. Lai gan mašīnu sistēmas ik gadu paliek

arvien tīrākas izmešu ziņā, bet nobrauktie kilometri kurus veicam ik gadu palielinās, kā arī palielinās mašīnu skaits [6].



3. Att. Automašīnu izmešu daudzums un nobrauktie kilometri[6]

Ietekme uz veselību

Lai sabiedrība spētu novērtēt vides piesārņojumu EPA (Vides aizsardzības aģentūra) ir piešķīrusi īpašu krāsu katram gaisa piesārņojuma līmenim un kategorijai, lai cilvēkiem būtu vieglāk saprast, un, galvenokārt, lai ātri saprastu to, vai gaisa piesārņojums sasniedz neveselīgu līmeni. Piemēram, oranžā krāsa nozīmē, ka nosacījumi ir "neveselīgi jutīgām grupām," bet sarkans, ka āra apstākļi atstās ietekmi uz veselības stāvokli, kā rezultātā jāveic jau preventīvi pasākumi dodoties ārā un jāierobežo uzturēšanās ārā apstākļos pēc iespējas mazāk. Galvenais mērķis ir palīdzēt sabiedrībai saprast, ko gaisa kvalitāte nozīmē tās veselībai un to, kādas sekas tas atstās uz cilvēka veselības stāvokli ilgtermiņā[7].

Gaisa piesārņojuma līmeņu iedalījums [7]

Gaisa kvalitātes indekss	Gaisa piesārņojuma līmenis	Piesārņojuma līmenis ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (8 stundu vidējais)	Ietekme uz veselību
0 – 50	Labs	0 līdz 120	Gaisa kvalitāte tiek uzskatīta par atbilstošu, gaisa piesārņojums neveido nekādu risku
51 – 100	Viduvējs	120 līdz 170	Gaisa kvalitāte ir pieņemama, jāizsargājas tikai īpaši jutīgiem cilvēkiem pret gaisa piesārņojumu
101 – 150	Neveselīgs jutīgiem cilvēkiem	170 līdz 200	Cilvēki ar paaugstinātu jutību izjūt veselības traucējumus. Vidusmēra iedzīvotāji neizjūt veselības traucējumus.
151 – 200	Neveselīgs	200 līdz 250	Fiziski aktīviem bērniem un cilvēkiem ar iedzimtām elpošanas ceļu slimībām (astma, piemēram) jāatsakās no ilgākām fiziskām aktivitātēm ārā; bērniem nav ieteicams ilgstoši uzturēties ārā.
201 – 300	Ļoti neveselīgs	250 līdz 750	Brīdinājums par paaugstinātiem veselības traucējumiem fiziski aktīviem bērniem un cilvēkiem ar iedzimtām elpošanas ceļu slimībām jāatsakās no ilgākām fiziskām aktivitātēm ārā.
300+	Bīstams	800 uz augšu	Trauksme par veselības apdraudējumu, visi var sajūst nopietnus veselības traucējumus

Visā pasaulē āra gaisa piesārņojums izraisa vairāk nekā 3 miljonus priekšlaicīgas nāves gadījumu katru gadu. Lai gan dažas pilsētas jau ir sasniegušas bīstamu līmeni gaisa piesārņojuma ziņā, piemēram, Deli, Indijā, kur ar smogu praktiski tiek aptverta visa pilsēta ikdienu, bet citu valstu pilsētas tuvojas bīstami tuvu šādiem līmeņiem. Kā, piemēram, Ķīnā praktiski lielākajā daļā no pilsētām gaisa kvalitātes indekss svārstās no 150 līdz 230, kas ir neveselīgi un bīstami dzīvībai ilgstošā periodā. Savukārt apskatot Amerikas savienoto valstu gaisa kvalitātes indeksus pilsētās, kā, piemēram, Losandželosas apkārtni, varam redzēt, ka gaisa piesārņojums svārstās vidējās robežās no 50 līdz 120. Salīdzinot pasaules mērogā gaisa kvalitāti starp pilsētām varam novērot tendenci, ka ziemeļu puslodes virzienā gaisa piesārņojums ir mazāks, bet ir redzams, ka gaisa piesārņojums joprojām pastāv. Un neveicot preventīvus pasākumus tas pieaugs attiecīgi pieaugot cilvēku skaitam [7].

2. Tabula

Gaisa piesārņojuma līmeņi dažādās pilsētās [8]

Vietas nosaukums	Ķīna, Šaņduna	ASV, Losandželosa	UK, Londona	Lietuva, Kaunas	Krievija, Maskava
Indekss.*	220	59	46	23	65
P.M2.5	184	59	46	20	65
P.M10	220	36	15	13	16
O ₃ ; μg/m ³	34	1	23	23	4
NO ₂	10	2	33	3	1
CO	10	5	0	0	3
Temperatūra °C	13	9	13	16	19
Mitrums %	82	84	76	100	26

Ozona slāņa sarūkšana ietekmē vidi, cilvēkus. Palielinās gaisa piesārņojums, UV starojums, dažādu slimību risks (acu gļotādu iekaisumi, kataraktas veidošanās, imūnās sistēmas novājināšanās, ādas vēzis, plaušu un augšējo elpošanas ceļu slimības, astmas paasinājumi). Ultravioletais starojums (US) ir redzamā gaismas (400 līdz 700 nm) īso viļņu (zilajā) galā, un iedalās 3 diapazonos: UV-A (315 līdz 400 nm), UV-B (280 līdz 315 nm) un UV-C (zem 280 nm). Visbīstamākais US, kas var sasniegt Zemes virsmu, ir UV-B diapazona mazo viļņu garuma rajonā. Pārmērīgs ozona koncentrācijas daudzums gaisā var būtiski atstāt ietekmi uz cilvēka veselību. Tas var izraisīt elpošanas problēmas, astmu, samazinātu plaušu funkcijas un izraisīt plaušu slimības. Vairākos Eiropas pētījumos tiek ziņots, ka dienas mirstības pieaugums ir par 0,3%, bet ar sirds slimībām par 0,4%, kad novērojams ozona piesārņojuma pieaugums par 10 μg/m³ [9].

Ķīmisko vielu un putekļu daļiņu mērīšana un novērtēšana

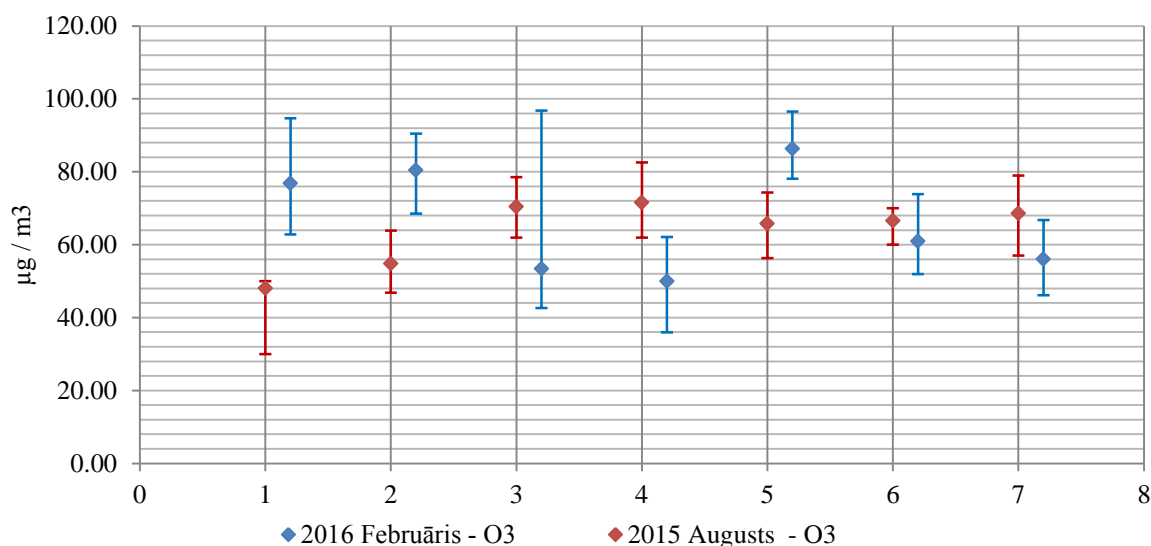
Ķīmisko vielu (ozons, tvana gāze, oglekļa dioksīds) mērījumus veica atbilstoši apmācīti/pilnvaroti laboratorijas speciālisti. Mērījumu veikšana un rezultātu novērtēšana tika balstīta uz normatīvajiem aktiem: MK not. Nr.1290 “Noteikumi par gaisa kvalitāti” (18.11.2009.). Ozona, tvana gāzes, oglekļa dioksīda mērījumi vidē tika veikti ar mēriekārtu “Aeroqual air quality monitor IQM60”.

Pirms ķīmisko vielu mērījumu veikšanas tika novērtēts nepieciešamais mēriekārtas novietošanas virziens un vieta, metroloģiskie apstākļi un citi faktori. Metroloģisko apstākļu novērtēšanai ar mobilo metroloģisko staciju “DAVIS” tika fiksēti tādi parametri kā vēja ātrums (mērījumus var veikt ar vēja ātrumu līdz 5 m/s), vēja virziens, gaisa relatīvais mitrums, gaisa temperatūra.

Ķīmisko vielu mērījumi tika veikti katra kvartāla 3 izvēlētos punktos (pie kvartāla lielās ielas, mazākas ielas un pagalmā, zaļajā zonā) 2015.gada augustā un 2016.gada februārī/martā. Mērījumi katrā no 3 punktiem tika veikti 3 reizes dienā, laikā no 08:00-10:00; 12:00-14:00; 16:00-18:00. Viena mērījuma ilgums vienā punktā 30 minūtes.

Ķīmiskā (CO, CO₂ un O₃) piesārņojuma mērījumu rezultātu apkopojums

Ozons ir sastopams divos atmosfēras slāņos un projekta ietvaros tika veikta ozona koncentrācijas līmeņu noteikšana. Mērījumu dati dod mums priekšstatus par troposfērā ozona (piezemes ozons) koncentrāciju ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Rīgas mikrorajonos, bet mērījuma laikā netika apskatīts stratosfēras ozona slānis vai tā biezums (ozona slānis). Troposfēras ozons tiek veidots no NOx un viegli gaistošajiem organiskiem savienojumiem, kas mums dod priekšstatu par foto ķīmiskā smoga koncentrāciju Rīgā. Foto ķīmiskā smoga cēlonis galvenokārt ir NOx (slāpekļa oksīdi) un viegli gaistoši organiski savienojumi, kuri rodas cilvēka darbības rezultātā. Taču, lai pilnībā izprastu fotoķīmiskā smoga izplatību, to rezultāti jāanalizē kopā ar konkrēto meteoroloģisko situāciju dotajā vietā.

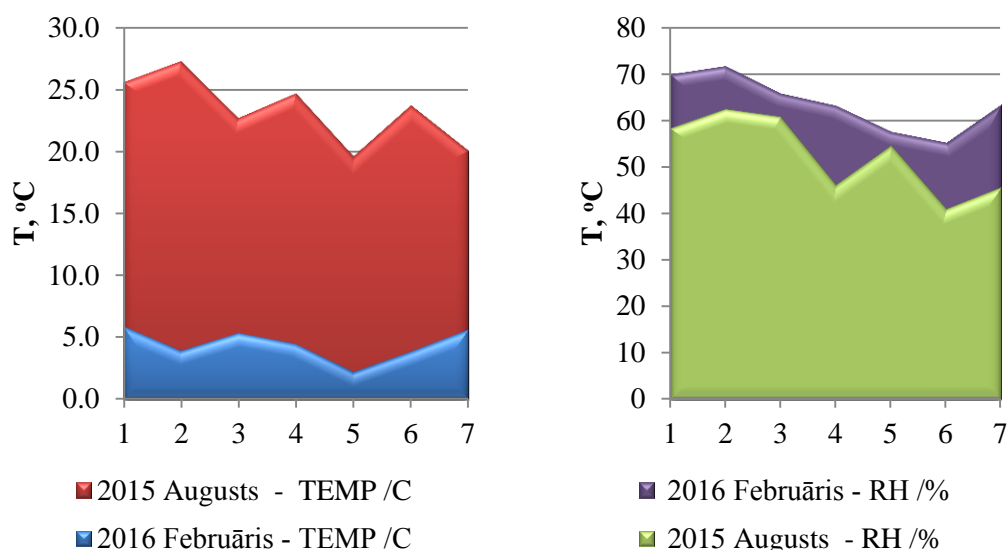


Mērījuma veikšanas mikrorajons (1-Ziepkalns; 2-Imanta; 3-Centrs1; 4-Centrs_2; 5-Purvciems1; 6-Purvciems2; 7-Jugla)

1 att. Rīgas mikrorajonu troposfēras ozona koncentrācija gaisā, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kā ieskatam, aplūkojot Grīziņkalna mērījumu (4. - Centrs_2). Mērījumu veikšanas dienā augustā gaisa temperatūra bija no +16,5 līdz +33,7°C, D, DR vējš 1,4 – 2,5 m/s, gaisa relatīvais mitrums 47,4 – 73,2%, februārī gaisa temperatūra dienas laikā svārstījās no +4,8 līdz +5,2 °C, Z vējš 0,8 – 1,2 m/s, gaisa relatīvais mitrums 63,7 – 66,7 %. Bet ozona koncentrācija gaisā augustā bija 71.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, bet februārī 49.98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

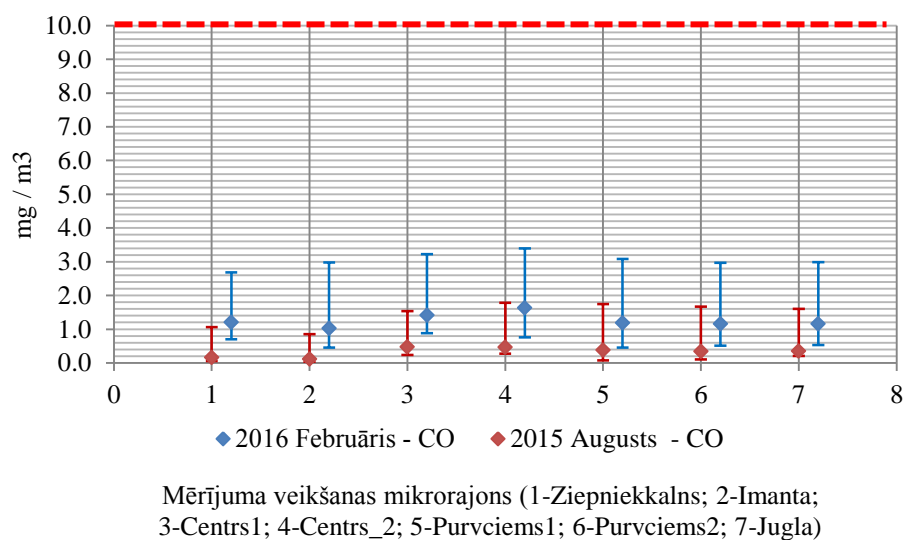
Purvciena rietumu daļa (Purvciems_1) Mērījuma dienā augustā gaisa temperatūra bija no +16,5 līdz +22,1 °C, R vējš 4,0 – 6,2 m/s (brāzmās), gaisa relatīvais mitrums 46,3 – 68,9%, bet februārī gaisa temperatūra šajā mērījumu dienā bija no +2,0 līdz 3,8 °C, AZ vējš 0,8 – 1,2 m/s, gaisa relatīvais mitrums 55,4 – 69,5%, ozona koncentrācija gaisā augustā bija 65.72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, bet februārī 86.34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Līdz ar to arī varam redzēt, ka ozona koncentrācija gaisā nesasniedz koncentrāciju, kura spētu nelabvēlīgi ietekmēt kādu no cilvēku sabiedrības grupām.



2 att. Temperatūras un mitruma apraksts Rīgas mikrorajonos.

Rekomendējamie lielumi 2005. gadā gaisa kvalitātes vadlīnijās "*WHO Air Quality Guidelines*" tika samazināti no iepriekš esošā līmeņa 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ uz 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ balstoties uz jaunākiem pārliecinošiem datiem. Savukārt Ministru kabineta 2009.gada 3.novembra noteikumi Nr.1290 nosaka ka, astoņu stundu robežlielums cilvēka veselības aizsardzībai (R8h) astoņu stundu laikā pie maksimālā piesārņojuma nedrīkst pārsniegt 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

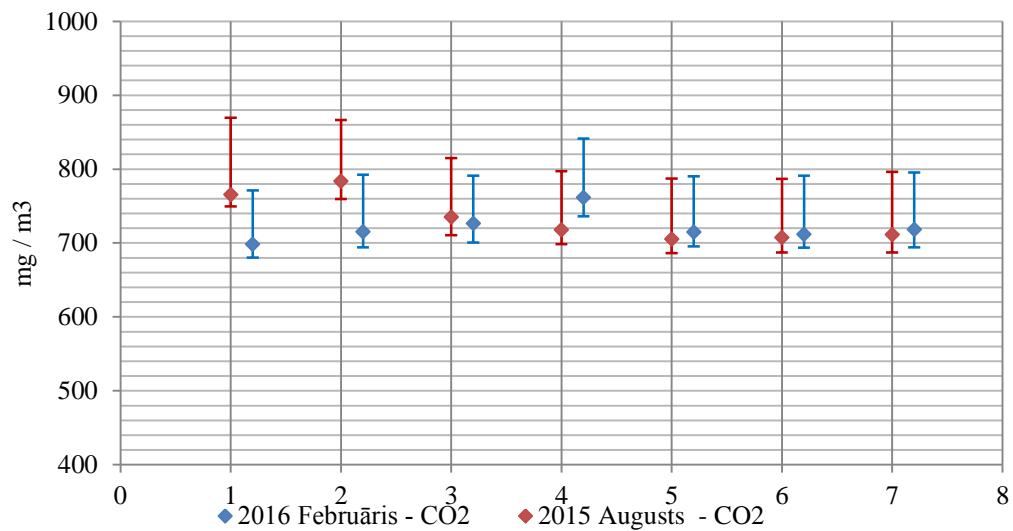
Apskatot Rīgas mikrorajonos veiktos gaisa mērījumus, viens no svarīgākajiem gaisa kvalitātes rādītājiem ir oglekļa monoksīda apjoms mg/m^3 , kas var rasties tikai nepilnvērtīgas sadegšanas procesā un nelabvēlīgi ietekmē dzīvības procesus. Vidēji CO koncentrācija atmosfērā ir robežās no 0,06 līdz 0,4 ppm ($0.07\text{-}0.5 \text{ mg}/\text{m}^3$) ziemeļu puslodē. Maksimālā koncentrācija, kas var tikt sasniegta pilsētas vidē pie lielas satiksmes un cilvēku darbības intensitātes var būt ap 150 ppm ($176 \text{ mg}/\text{m}^3$).



3. att. Oglekļa monoksīda koncentrācija gaisā mg/m^3 septiņos Rīgas mikrorajonos

EPA pirmais noteiktais gaisa kvalitātes standarts par CO bija 1971. Noteiktā norma balstījās uz sabiedrības veselību un labklājību, EPA noteiktais daudzums bija uz 8 stundu laika periodu 9 ppm ($10.53 \text{ mg}/\text{m}^3$) un uz 1 stundu 35 ppm ($40.95 \text{ mg}/\text{m}^3$). Ministru kabineta 2009.gada 3.novembra noteikums Nr.1290 nosaka ka, astoņu stundu robežlielums cilvēka veselības aizsardzībai (R8h) astoņu stundu laikā pie maksimālā piesārņojuma nedrīkst pārsniegt $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ (2. att. redzamā sarkanā raustītā līnija).

Veicot vides mērījumus, kas nav pilsētvide CO_2 līmenis svārstās no 300 -500 ppm ($351 - 585 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$). Aplūkojot iegūto rezultātu datu masīvu Rīgas mikrorajonos ogļskābās gāzes koncentrācija gaisā (mg/m^3) 3. Att. varam redzēt, ka maksimālas svārstības CO_2 koncentrācijai ir no $700 \text{ mg}/\text{m}^3$ līdz $850 \text{ mg}/\text{m}^3$, kas ir tikai $150 \text{ mg}/\text{m}^3$ ietvaros.



Mērījuma veikšanas mikrorajons (1-Ziepniekkalns; 2-Imanta; 3-Centrs1; 4-Centrs_2; 5-Purvciems1; 6-Purvciems2; 7-Jugla)

3. att. Rīgas mikrorajonos ogļskābās gāzes koncentrācija gaisā mg/m³

LITERATŪRAS SARAKSTS

1. Global Warming - <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/GlobalWarming/page2.php> - 01.05.2016
2. A Measured Approach: CLIMATE SCIENCE - <http://berkeleyearth.org/land-and-ocean-data/> - 01.05.2016
3. Trends in global CO2 emissions - http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news_docs/jrc-2015-trends-in-global-co2-emissions-2015-report-98184.pdf - 01.05.2016
4. Air Pollution - <http://www.niehs.nih.gov/health/topics/agents/air-pollution/> - 01.05.2016
5. Davis, S. J. and K. Caldeira (8 March 2010). "Consumption-based Accounting of CO2 Emissions"(PDF). Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 107 (12).Bibcode:2010PNAS..107.5687D.doi:10.1073/pnas.0906974107. Retrieved 2011-04-18.
6. Automobiles and Ozone - <https://www3.epa.gov/otaq/consumer/04-ozone.pdf> - 01.05.2016
7. The most polluted cities of the world's largest economies - <http://www.economist.com/blogs/graphicdetail/2013/01/daily-chart-11> - 01.05.2016
8. Air Quality and Pollution Measurement - <http://aqicn.org/city/> - 01.05.2016
9. Mapping the World's Air Pollution in Real Time <http://www.citylab.com/weather/2015/09/mapping-the-worlds-air-pollution-in-real-time/406411/> - 01.05.2016